

OPTICAL DELAY PATH

Publication number: JP5173075 (A)

Publication date: 1993-07-13

Inventor(s): DANIERU SHII EDERUSUTEIN; UIRIAMU JII KURAAKU

Applicant(s): KURAAKU INSUTORUMENTEISHIYONZU

Classification:

- International: G02B5/122; G01J11/00; G02B5/12; G02B6/28; G02B17/00;
G02B26/06; G01J11/00; G02B5/12; G02B6/28; G02B17/00;
G02B26/00; (IPC1-7): G02B5/122; G02B17/00

- **European:** G01J11/00; G02B5/12; G02B6/28B14; G02B26/08


Application number: JP19920014014 19920129

Priority number(s): US19910647294 19910129

Also published as:

FR2672134 (A1)

 US5220463 (A)

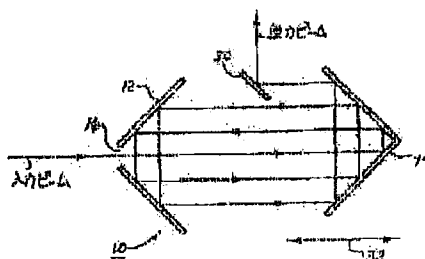
 GB2253493 (A)

DE4202270 (A1)

CA2059762 (A1)

Abstract of JP 5173075 (A)

PURPOSE: To provide an optical delay line which has a high scanning speed and can widely change the delay time and is prepared especially for a short pulse and uses a retroreflector which can be continuously varied. **CONSTITUTION:** A fixed hollow front retroreflector 12 and a mobile hollow front retroreflector 14 are included in an optical delay line 10, and a converter is attached to one of both retroreflectors for the purpose of adjusting the distance between them while securing the optical action between them. Further, an incidence aperture 16 through which a light beam is introduced into the optical delay line and an exit aperture through which the light beam is emitted out of the optical delay line are so provided that the light beam is reflected plural times between both retroreflectors 12 and 14.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-173075

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 17/00
5/122

識別記号

Z 8106-2K
9224-2K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数38(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-14014

(22)出願日 平成4年(1992)1月29日

(31)優先権主張番号 6 4 7 2 9 4

(32)優先日 1991年1月29日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 592021021

クラーク インストルメンティションズ,
インコーポレイテッド
アメリカ合衆国ニューヨーク州, ビッツフ
ォード, チャサム ウッズ 24

(72)発明者 ダニエル シー. エデルスティン

アメリカ合衆国ニューヨーク州ホワイト
ブレインズ, アパートメント シー3ー
16, マッキンリィ アベニュー 65

(72)発明者 ウィリアム ジー. クラーク

アメリカ合衆国ニューヨーク州ビッツフ
ォード, チャサム ウッズ 24

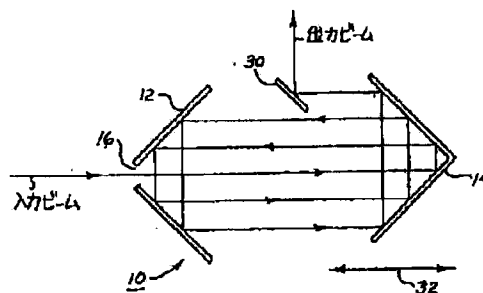
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 光遅延路

(57)【要約】

【目的】 高い走査速度を有すると同時に遅延時間の幅広い変化を可能にさせる、特に短いパルス用の、連続的に変動し得る再帰反射器を用いた光遅延路の提供。

【構成】 固定中空前面再帰反射器(12)と可動中空前面再帰反射器(14)とが光遅延路(10)に包含されており、それらの間の光学的な作用を確保しながら両者間の距離を調整するため、両者の何れか一方に転換装置(90)が取り付けられている。更に、光ビームが上記両再帰反射器(12), (14)間で複数回反射されるように、光ビームを光遅延路内に導入するための入射開口(16)と、光ビームを光遅延路外へ射出するための射出開口(128)とが設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超短パルスの光遅延路にして、第一中空前面再帰反射器と、前記第一中空前面再帰反射器との間で光ビームを複数回反射させるよう、前記第一再帰反射器に関連して位置付けされた第二中空前面再帰反射器と、前記第一および第二再帰反射器へ反射光ビームが出入する際、それに沿った前記両再帰反射器間の距離を調整するための、前記両再帰反射器の少なくとも一方に結合された転換装置と、前記第一および第二再帰反射器間で光ビームが複数回反射されるよう、第一光軸と平行に前記光ビームを前記遅延路内へ導入する入射装置と、前記光ビームを前記遅延路から外へ向ける射出装置とを含む光遅延路。

【請求項2】 請求項1に記載の光遅延路において、前記第一および第二再帰反射器がずらされ、且つ前記両中空前面再帰反射器の前記の少なくとも一方の第一反射鏡が前記入射装置に含まれている光遅延路。

【請求項3】 請求項1に記載の光遅延路において、前記第一および第二再帰反射器がずらされ、且つ前記両中空前面再帰反射器の前記の少なくとも一方の第一反射鏡が前記射出装置に含まれている光遅延路。

【請求項4】 請求項1に記載の光遅延路において、可動再帰反射器の軸線と平行な入射ビームを通すべく前記第一または第二中空前面再帰反射器の一方の頂点に形成された開口が前記入射装置に含まれている光遅延路。

【請求項5】 請求項4に記載の光遅延路において、前記可動再帰反射器の軸線と平行に入力ビームが入射する光遅延路。

【請求項6】 請求項1に記載の光遅延路において、前記複数回数が少なくとも4である光遅延路。

【請求項7】 請求項1に記載の光遅延路において、前記第一および第二再帰反射器間に配設された鏡が前記射出装置に含まれている光遅延路。

【請求項8】 請求項1に記載の光遅延路において、前記入力ビームの方向と平行な方向に移動可能なスライドと、前記第一または第二再帰反射器の一方を前記スライドへ取り付け装置とが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項9】 請求項1に記載の光遅延路において、前記スライドが上に取り付けられている固定ステージ装置と、前記固定ステージ装置上に取り付けられ且つ、前記可動再帰反射器の軸線と垂直に回転軸線を整合させた回転自在の出力軸を有する検流計装置と、前記出力軸上に取り付けられたカム装置と、前記スライド装置へ連結され且つ、前記検流計の軸の回転に応じて前記スライド装置を移動させる前記カム装置

により駆動される緊張バンドとが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項10】 請求項1に記載の光遅延路において、両再帰反射器の一方または双方の何れかが前面鏡に置き換えられた光遅延路。

【請求項11】 光遅延路用可動構成要素の、反復的に長距離を移動する高速のアクチュエータにして、固定ステージ装置と、所望方向への直線運動のために固定ステージ装置へ取り付けられた転換自在のスライド装置と、前記遅延路の可動構成要素を受容する、前記スライド装置上の取付け装置と、前記固定ステージ装置上に取り付けられ且つ、前記スライド装置の直線運動の所望方向と垂直に回転軸線を整合させた回転可能な出力軸を有する検流計装置と、前記出力軸上に取り付けられたカム装置と、前記固定ステージ装置と前記スライド装置との間に連結され且つ、前記検流計軸の回転にตอบสนองして前記スライド装置を移動させる前記カム装置により駆動される緊張バンドとを含むアクチュエータ。

【請求項12】 請求項11に記載の高速転換器において、前記出力軸と前記スライド装置との間の距離に等しい半径を有する円弧を含む外周面が前記カム装置に含まれている高速転換器。

【請求項13】 請求項12に記載の高速長距離転換器にして、前記緊張バンド装置に張力を加えるため前記カム装置に付着された張力装置を含む高速長距離転換器。

【請求項14】 請求項13に記載の転換器において、前記スライド装置の一端に再帰反射器を取り付ける装置が前記取付け装置に含まれている転換器。

【請求項15】 ポンプ・パルスによって開始し且つポンプ・プローブによって観測し得る、物理学的、化学的、生物学的および電子的プロセスの一つの時間分解測定を行う方法にして、

- 一連のポンプ・パルスと時間遅れプローブ・パルスとの対を前記プロセスに向ける段階と、
- 前記ポンプ・パルスと前記プローブ・パルスとの間の遅れのある範囲にわたり多数の重複観測が行われるように前記遅れを変動させる段階と、
- 前記の多数の観測を平均化する段階と、
- 前記の平均化された観測を前記の変動する遅れと相関させて前記プロセスの時間分解測定を図る段階とを含む方法。

【請求項16】 請求項15に記載の方法において、前記ポンプ・パルスおよびプローブ・パルスが電磁パルスである方法。

【請求項17】 請求項15に記載の方法において、前記ポンプ・パルスおよびプローブ・パルスが光学パルスである方法。

【請求項18】 請求項15に記載の方法にして、ポン

プ・パルスとプローブ・パルスとの間の遅れに比例する電気信号を付与する段階を含む方法。

【請求項19】 請求項15に記載の方法において、前記観測が、観測された前記プロセスの態様に電圧、位相、周波数または電流が比例する信号の形態をなす方法。

【請求項20】 請求項19に記載の方法において、前記遅れに比例する前記電気信号と、前記の観測された前記プロセスの態様に比例する信号とを電子的に相関させる段階が前記相関段階に含まれている方法。

【請求項21】 請求項1に記載の光遅延路において、電気ソレノイド装置と、前記電気ソレノイド装置に対して直線移動をなすべく取り付けられた可動コア装置と、前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方を前記コア装置へ付着させる取付け装置と、前記直線移動に対して前記コア装置を片寄せる、前記ソレノイド装置と前記可動コイル装置とへ作動自在に結合されたバイアス装置とが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項22】 請求項21に記載の光遅延路にして、前記コア装置へ付着された少なくとも一方の再帰反射器の位置に関する電気的位置信号を付与するための、前記電気ソレノイド装置および前記可動コア装置の一方にตอบสนองする装置を含む光遅延路。

【請求項23】 請求項21に記載の光遅延路において、ばね装置が前記バイアス装置に含まれている光遅延路。

【請求項24】 請求項23に記載の光遅延路において、前記電気ソレノイド装置の軸線と整合する軸線を有するコイルばね装置が前記ばね装置に含まれている光遅延路。

【請求項25】 請求項21に記載の光遅延路において、逆方向へ向けられた力を前記コア装置上に生成するためのバイアス・ソレノイド装置が前記バイアス装置に含まれている光遅延路。

【請求項26】 各々が二つの出力ビームを生成する光パルスの一連の入力を受容するビーム・スプリッタと、前記の二つの出力ビームの第一のそれを前記ビーム・スプリッタへ向けて逆に反射すべく配設された固定中央前面再帰反射器と、前記の二つの出力ビームの第二を、第三および第四出力ビームを生成する前記ビーム・スプリッタへ向けて逆に反射すべく配設された、請求項1に述べた如き光遅延路と、組み合って第四出力ビームを構成する前記第一および第二出力ビーム内のパルスのオーバーラップの程度に関連する量によって特徴付けられる出力信号を生成する前記第四出力ビームにตอบสนองする検出器装置とを含む自己相関器。

【請求項27】 請求項26に記載の自己相関器において、ダブリング結晶と基本周波数フィルタとが前記検出器装置に含まれている自己相関器。

【請求項28】 請求項26に記載の自己相関器において、光検出器が前記検出器装置に含まれている自己相関器。

【請求項29】 請求項26に記載の自己相関器において、二つの出力ビームの第一および第二のそれがビーム・スプリッタで再結合される際、それらが互いに垂直にずらされるように、前記固定中空前面再帰反射器と前記光遅延路とが配置されている自己相関器。

【請求項30】 請求項26に記載の自己相関器において、前記スライドが上に取り付けられている固定ステージ装置と、前記固定ステージ装置上に取り付けられ且つ、前記可動再帰反射器の軸線と垂直に回転軸線を整合させた回転可能な出力軸を有する検流計装置と、前記出力軸上に取り付けられたカム装置と、前記スライド装置へ連結され且つ、前記検流計の軸の回転に応じて前記スライド装置を移動させる前記カム装置により駆動される緊張バンドとが、請求項1に述べた如き前記転換装置に含まれている自己相関器。

【請求項31】 請求項26に記載の光遅延路において、電気ソレノイド装置と、前記電気ソレノイド装置に対して直線運動をなすべく取り付けられた可動コア装置と、前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方を前記コア装置へ付着させる取付け装置と、前記直線移動に対して前記コア装置を片寄せる、前記ソレノイド装置と前記可動コイル装置とへ作動自在に結合されたバイアス装置とが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項32】 請求項31に記載の光遅延路において、ばね装置が前記バイアス装置に含まれている光遅延路。

【請求項33】 請求項32に記載の光遅延路において、前記電気ソレノイド装置の軸線と整合する軸線を有するコイルばね装置が前記ばね装置に含まれている光遅延路。

【請求項34】 請求項31に記載の光遅延路において、逆方向へ向けられた力を前記コア装置上に生成すべく前記電気ソレノイド装置に関連して配設されたバイアス・ソレノイド装置が前記バイアス装置に含まれている光遅延路。

【請求項35】 請求項1に記載の光遅延路において、回転可能な駆動輪と、一端を前記駆動輪へ旋回自在に付着させ、他端を前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方へ旋回

自在に結合させた駆動ロッドと、
前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方を直線に沿った移動のために拘束する装置とが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項36】 請求項35に記載の光遅延路において、転換可能な直線ステージが前記拘束装置に含まれている光遅延路。

【請求項37】 請求項26に記載の光遅延路において、
回転可能な駆動輪と、
一端を前記駆動輪へ旋回自在に付着させ、他端を前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方へ旋回自在に結合させた駆動ロッドと、
前記第一および第二再帰反射器の前記の少なくとも一方を直線に沿った移動のために拘束する装置とが前記転換装置に含まれている光遅延路。

【請求項38】 請求項37に記載の光遅延路において、転換可能な直線ステージが前記拘束装置に含まれている光遅延路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は概して光遅延路に関し、特に、極めて短いパルス用の連続的に変動し得る再帰反射器遅延路に関する。

【0002】

【従来の技術】ポンプ・プローブ実験によれば、化学的、物理学的または電子的プロセスにおける過渡現象を観測するための有用な解析技法が得られる。基本的な用語によれば、検討されるべき事象が「ポンプ」パルスによって開始され、次いで、ポンプ・パルスから丁度よく遅延された「プローブ」パルスを以てサンプリングされる。ポンプおよびプローブ・パルス間の時間遅れを変動させることにより、経時的なプロセスの進行を観測することができる。

【0003】この2パルス相関技法は、この種の測定を行う一つの周知された方法である。一連の超短レーザ・ビーム・パルスが二つのアームに分割され、周知された遅れが一つのアームへ導入され、二つのアームが実験システムの前または内部へ再結合される。予め定められた限界の間で時間遅れが変動されて、パルス自動相関への応答の重畳を生成する。慣習的に、モータを備えた転換ステージなどにより時間遅れが緩徐に変化され、比較的長い期間、例えば10～20分、にわたりデータが蓄積されている。この技法の有効性は、時間遅れを変化させ得る低い速度のため限定されている。これによりノイズが増し、データの実時間観測が妨げられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】パルスの時間遅れの変化の速度を増すことができれば、上記の種類の現象を実時間で観測することができる。従来技術の遅延路に比し

て騒音を最小化し且つ遅れを迅速に変化させる方法で、検討される事象と同様に長い、若しくはそれよりも長い可変時間遅れを生成する高速の反復的に走査する遅延路の必要性がある。

【0005】これまで可能であったよりも早い速度で時間遅れが変えられるようにさせる遅延路により、位相感受性検出を必要とし若しくは必要とせず迅速且つ反復的に時間遅れを走査し、集取されたデータを平均化することによって信号のノイズに対する比の可成りの向上と共に測定が行われることが可能となる。従って、同時に、これまでは一つの緩徐な走査を行うことを必要としたが、何千回もの速い走査を行うことができ、データが平均化される。更に、長い走査が用いられた際の重大問題であった一つの重要なノイズ源、即ち経時的なレーザ強度の変動を零に平均化し、またはろ過して除去し、かくして信号のノイズに対する高い比を生成することができる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、望ましくはありながら、これまで互いに相容れなかった二つの走査特性、即ち高い走査速度と、遅延時間の比較的大きな変化とが得られる。以前は、音声コイル変換、シェーカ、回転鏡対および回転屋根形プリズムのような、遅延路内の光学的構成諸要素を動かす周知された諸要素および諸方法により、短い距離のみに限って、比較的迅速な走査速度が得られた。大きな距離変化を生成するための周知された技法には、モータとクランク軸、カム、直線スライドを駆動するために用いられる往復動親ねじおよびスライドが包含され、その全てにより、緩徐な速度においてのみ、所要の大きい距離が得られる。

【0007】更にまた、 100×10^{-15} 秒間以下の短いパルスを遅延させるために使用される光学的構成諸要素に対しては、特別の考慮が払われなければならない。ビーム行路内に屋根形プリズム、硬質再帰反射器、ガラス製のレンズとフィルタまたは何れかの屈折材料を使用する周知された走査器は、短いパルス期間を有するパルス・システム内で使用された場合、望ましくないひずみをもたらす。

【0008】本発明の目下好適な実施例につき簡単に述べると、超短パルスの光遅延路に、第一中空前面再帰反射器と、第一再帰反射器の光軸と平行ながらそれからずらせて配置された第二光軸を有する第二中空前面再帰反射器と、第一および第二再帰反射器の少なくとも一方へ、それらの間の距離を調整するために結合された転換装置と、第一および第二再帰反射器間で光ビームが複数回反射されるよう、光ビームを遅延路内へ導入する入射装置と、ビームを遅延路から外へ向ける射出装置とが包含されている。

【0009】本発明の別の態様によれば、遅延路の構成諸要素の一つが、直線行路上で要素を移動させる高速長

距離並進器上に取り付けられ、固定ステージと、固定ステージ上に取り付けられ且つスライドの直線運動の所望の方向と垂直に回転軸線を整合させた回転自在の出力軸を有する検流計と、所望の方向への直線運動のために固定ステージへ取り付けられた転換可能なスライドと、遅延路の可動構成要素を受容する、スライド上の取付け装置と、検流計装置の出力軸上に取り付けられたカム装置と、固定ステージとスライド装置との間に連結され且つ、検流計軸の回転にตอบสนองしてスライドを移動させるカム装置により駆動される緊張バンドとを包含している。

【0010】本発明の新規な態様が特許請求の範囲に詳細に述べられているが、本発明自体ならびにそれ以上のその諸目的および諸利点は、添付図面についてなされる本発明の目下好適な実施例についての次の詳細な説明を参照すれば、一層容易に理解できる。

【0011】

【実施例】本発明の目下好適な実施例による遅延路が図1および図2に線図の形式で示されている。

【0012】先ず図1について説明する。全体として10で示される遅延路には、望ましくは中空の第一前面再帰反射器12と、望ましくは中空の、低質量とすべく円筒状に切り取られた前面再帰反射器14とが包含され、各々が線図の断面形式の図に示されている。第一再帰反射器12は、入力光ビームを遅延路内へ通すため、その頂点に入射開口16を備えている。入力ビームは概ね、再帰反射器12の対称の中央光軸に沿って導入される。再帰反射器14は、入力ビームが再帰反射器14の鏡面の一つへ最初に当たり且つそれに反射されるように、その対称の中央光軸を再帰反射器12の対称軸線と平行ながらそれからずらせて配置して配設される。

【0013】図2は二つの再帰反射器12、14の各々を、両再帰反射器の間に立って一方または他方に面する観測者にそれが見られた場合の正面図で示している。両再帰反射器の反映面上における光ビームの入射、射出および中間反射点がそれぞれ、点を付した小円、×を付した小円および中空の円で示されている。従って入力ビームは先ず再帰反射器14の第一面20に当たり、面22から面24へ反射され、そこから、入射線と平行な線に沿って再帰反射器12の方へ再び向けられる。便宜上、入射開口から遅延路の出力までの光ビームの進行が、aからpまでの文字で順次表示されている。出力ビームを利用箇所へ向けるため、両再帰反射器間に、小さい前面射出鏡30が配設されている。

【0014】上述の如く、本発明の場合には中空前面再帰反射器が望ましい。再帰反射器12と再帰反射器14との反射面間におけるいかなる光学的物質の存在も超短パルスをひずませる可能性があるが、それに対して本発明は、低い 10^{-15} 秒の範囲でパルスを引き伸ばそうとする群速度分散を導入することにより、特に適している。従って硬質の再帰反射器、コーナ・キューブおよび

プリズムは、これらの影響が許容または補償され得ない限り、望ましくは、本発明に従って用いられるべきではない。更に中空再帰反射器は、上記の硬質再帰反射器の何れよりも可成り少ない質量を以て製造でき、従って、同等の大きさの硬質再帰反射器よりも少ない力で一層迅速に移動させることができる。

【0015】行路長さの変化と、従って遅延時間の変化とはなるべくなら、再帰反射器の一方を他方と相対的に移動させることにより生起することが望ましい。例えば本発明の好適な態様によれば、再帰反射器14は、図1に双頭矢印32で示す如く、その光軸に沿って移動される。遅延時間の変化は、再帰反射器14が移動される距離と、両再帰反射器間に生ずる光ビームの反射の数との双方の関数である。例えば、再帰反射器14が1cm移動され、図1に示す如く、6回の反射が生ずれば、全光路長の変化は6cmである。これは、約 10^{-12} 秒の時間遅れの変化と同等である。時間遅れの変化は、一方の再帰反射器の他方に対する運動の範囲を増大させるか、または反射の数を増大させるか、の何れかにより増大させることができる。但し、本発明が指向される形式の実験に用いられる光ビームは有限の諸元を備えているので、反射の数を無制限に増すことはできない。過剰な数の反射を生起することにより、回避したほうが良い諸損失がもたらされる。

【0016】上述の如く多くの場合、同時に、反射的な走査中に収集されたデータを平均化してノイズの影響を最小化させながら、進行中のプロセスの実時間観測を可能とするために、光学的遅延を下限から上限まで数Hzの速度で反復的に変化させることが望ましい。両再帰反射器の一方または双方の反復運動は、ビームの特性、位置または指向方向を変化させないように実施されなければならない。これらの要件により、光遅延路の可動構成要素用の現行の高速長距離転換器によって処理されるシステムの設計に制約が設けられる。対面再帰反射器および多重反射の使用により、特に運動で誘発された再帰反射器のひずみに関連する転換器についての要求は可成り減少している。本発明による高速長距離転換器の好適な実施例が図3に示されている。固定再帰反射器12は、図示されていない在来の装置に支えられている。可動再帰反射器14は、往復運動をすべくスライド支持材42内に取り付けられたミニチュア玉軸受または直交ころ軸受スライド・レール40の一端に取り付けられる。また、空気軸受スライドを使用しても良い。再帰反射器14は、何れか適宜の装置により、滑りレールの自由端に取り付けることもできる。再帰反射器14は、レールの端へ固定的に付着されるべきである。再帰反射器はなるべくなら、スライド・レールの端へねじ込まれた保持器へ接着されるか、さもなければ確実に締結されることが望ましい。スライド42は、概ねL字形の硬質なブラケット46へ堅固に固定される。「ジェネラル・スキャニ

ング (General Scanning)」(商標名) G325DT検流計などの検流計が、例えばボルト50で、ブラケット46へ堅固に付着される。回転自在の検流計出力軸54が、ブラケット46を貫いて延び、スライド42へ張り出している。

【0017】細長い低質量カム56が軸54へ付着されている。カム56には、出力軸スライド・レール40の上面との間の距離に等しい半径を有する円弧の形状をなした外面58がある。スライド42には緊張バンド60が連結されている。緊張バンド60は図4に斜視図で示され、スライド・レール40上の隔置された諸点に例えばボルト66, 70で付着された第一および第二端部62, 68を包含している。端部68は、中央スロット72により、緊張バンドの中央を貫通することができる。緊張バンドはカム56の外周を囲んで延在し、望ましくはカム56の本体内のねじ付き開口部82内に受容された可調整テンショナー部片80により張力が維持される。なるべくなら緊張バンドは、0.1016mm (0.04") のステンレス鋼シム素材で形成されることが望ましい。ここで、且つまた請求の範囲で使用される場合、緊張バンドには、緊張線もしくはケーブル、またはその他同種のものも包含される。

【0018】カム56が回ると、カムがスライドを両方向から巻き込み、スリップおよびバックラッシュを最小にさせる。スライドの変位は、出力軸がカム半径に比例して動く角と線型に関連する。

【0019】カム56の質量はなるべくなら、通り孔86を設けることにより、最小化されることが望ましい。

【0020】本発明の例示的な実施態様によれば、カム56は38.1mm (1.5") の到達距離を有し、従って円弧58は38.1mm (1.5") の半径を有する。検流計軸は、 $\pm 17.5^\circ$ の角度にわたり、30Hz未満の周波数で動く。この角変位は、ピークからピークまで23mmの滑り変位に転換される。スライド・レールへ一方の再帰反射器を取り付けた4倍折返し遅延路によれば、それをこの転換位置と共に用いた場合、 307×10^{-12} 秒の遅延時間の変化が得られる。

【0021】検流計駆動ユニットはなるべくなら、アナログ位置出力を付与する検流計軸上に在来センサ(図示せず)を矢張り包含する閉ループ回路内へ接続されることが望ましい。一般的な走査用CX6325検流計駆動ユニットが、本発明に従い旨く使用されている。約150g・cm²の推定慣性モーメントを再帰反射器負荷が備えている本発明の例示態様においては、この組合せが30Hzの力学的共振を伴い、それより上では、サーボ電子電極が位置する180Hzに対する二極ロールオフが見られる。応答はなるべくなら、共振中、極めて僅かな振幅の行過ぎを以て走査器を駆動し得よう、ほとんど臨界的に減衰されることが望ましい。

【0022】検流計駆動ユニットは運動をプログラミン

グするためのアナログ入力を受容し、それにより、非常に正確で、軸角と直線的に関連するアナログ位置出力が得られる。軸がスライドへ依然たたく結合され、これがなされた場合、位置電圧が光遅延と直線的に関連し、且つ遅延に対応するデータが即座に入手可能であることが重要である。本発明の特に好適な実施例においては、アナログ駆動信号によりオシロスコープ上に時間軸が生成され、その垂直偏向がプローブ・パルスの出力へ結合され、データを実時間で観測することができる。

【0023】図5には、図3の転換器の、位置電圧に対する光遅延の直線性と校正の正確度が示されている。この転換器は、23mmの行路全体にわたり、20Hzの速度で作動された。校正は、走査の両端を含む全範囲にわたり0.02%以内まで直線性である。誤差は、図5の同じグラフにおける位置電圧の同じ範囲にわたり 10^{-12} 秒を以てプロットされている。

【0024】図4に示された検流計転換器は可動再帰反射器の位置および運動を制御する目下好適な構造体を表現しているが、他の形式の転換器も使用できる。例えば、図6にソレノイド転換器が示されている。全体として90に表示されている変換器には、望ましくは細長い在来のボビン93などの上に形成された多重巻線であり且つソレノイドを電気制御源に接続する少なくとも第一および第二導体(図示せず)を含む電気ソレノイド巻線92が包含されている。直線的に移動自在のコア94が双頭矢印96で示す如き往復運動のため、ソレノイド92の主軸線に沿って移動すべく配設されている。なるべくなら、在来設計の直線状端部軸受98, 100がボビン93に対してコア94を支え、ソレノイドの主軸線上の直線運動についてコアの運動を制限することが望ましい。軸線に沿った直線運動について、軸受98, 100がコアの運動を極力正確に限定することが望ましい。

【0025】コア94はなるべくなら、望ましくは図示の如く逆方向に巻かれたばねまたはばねの対102, 104により、静止中央位置へ片寄せられることが望ましい。可動中央バッフル106はコア94へ取り付けられ、ばね102, 104の各々の一端に係合している。各ばねの他端はそれぞれ、軸受98, 100に係合されている。

【0026】本発明の別の態様によれば、二重対向ソレノイドを備えることにより、ばね102, 104を全面的または部分的に置き換えることができる。単一卷線ソレノイド92は二重の反対に巻かれたソレノイド構造体に置き換えられ、各ソレノイド・コイルは、コア94を逆方向へ移動させようとする。コアの移動は、2組のソレノイド巻線へ供給される信号を変動させることにより制御される。

【0027】何れの実施態様においても、コア94はなるべくなら、軸線に沿った直線運動を除き、全ての運動に対して抑制されることが望ましい。特に、例えば細長

い三角形または長方形のロッドの形のコアを備えることにより、回転運動に対してコア94を抑制することが望ましく、その回転は、それぞれ適切に付形された軸受98、100を備えることにより、適宜に制限できる。

【0028】図8に示す如き本発明の別の実施例によれば、ステージ102'上の直線内の運動を強制された直線スライド101上に可動再帰反射器14が取り付けられている。駆動輪103は、図示されていないモータなどにより軸104'の回りに駆動される。駆動輪103は、駆動輪103上の偏心ピボット106'を可動再帰反射器14上のピボット17と接合するリンク装置105により、可動再帰反射器14へ連結される。矢印109で示す方向に輪103が回転すると、可動再帰反射器14が、ステージ102'に対し概ね正弦曲線を描く状態で前後に移動する。輪103の回転運動は、それにより直線運動へ転換される。

【0029】本発明の光遅延路により、図7に示す如き、自己相関器／ポンプ／アローブ走査器における特定の用途が画定される。自己相関器／走査器が線図の形式で示されている。短いパルス幅のレーザなどからのパルス源が光線110に沿って入り、鏡112により、90°の角度までビーム・スプリット116へ反射される。スプリット・ビームの第一部分120は固定中空再帰反射器122へ向かい伝搬する。スプリット・ビームの第二部分124は固定再帰反射器130内の開口128を経て本発明による遅延路へ入り、固定再帰反射器と可動再帰反射器132との間で複数回反射される。射出ビームは鏡136により、ビーム・スプリット116の方へ逆に向けられる。遅延路からの射出光線140は固定中空再帰反射器122からの光線142と複合されて、鏡152、レンズ154、ダブリング結晶156、基本波をブロックし第二調波を通過させるフィルタ158および検出器160により検出器へ向けられる第一射出ビーム150を形成する。他の複合ビーム164は鏡166によりポンプ・アローブ実験に向けられる。図7に示された自己相関器は、他の自己相関器の諸設計にまさる数多くの利点を備えている。回転鏡対または屋根型プリズム自己相関器は再帰反射器を使用できず、従って可動反射器の運動の平面から外れる不整合に対しては敏感である。回転鏡対再帰反射器は、回転鏡対の回転の大部分の間、光学素子外へレーザ・ビームが向けられるため、使用率が少ない。回転ガラスブロック自動相関器の場合にはビームの分散の量が時間と共に変動し、従って完全に補整することができない。従来技術の回転光学素子自己相関器の更に別の不利点は、ビームが自己相関器の各種光学的構成要素の表面を横切って走査するため、いかなる欠陥や汚物の小片もデータ内に平均化されることである。図7に示す自己相関器には、長い遅延時間にわたり迅速な走査を行うための光遅延路の能力が利用されている。

【0030】継続的な走査を平均化することにより、非常に進歩した信号対ノイズ比を達成することができる。従来技術の遅延路により一つの遅い走査を行うために費す時間内に無数の迅速な走査を行い、一緒に平均化することができる。遅い走査の正確度を制約する源泉強さの遅い変動は、多数の走査にわたって零に平均化される。レーザ・ノイズは、10Hzにおいて、それが0.1Hzにおけるよりも40dB程である。引込み増幅器は遅い走査の場合、1Hzのノイズを通すが、速い走査モードの場合、本発明の遅延路を用いればこの種のノイズは阻止される。従って、本発明の遅延路を用いて、少なくとも40dBの、信号対ノイズ比の向上を達成することができる。

【0031】本発明を、目下好適なその実施例に関連させて説明したが、それゆえ特許請求の範囲によってのみ定義されるべく意図された本発明の真の精神と範囲とを逸脱することなく、数多くの修正および変更をそこになし得ることは、当業者には認識されよう。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の好適な態様による光遅延路の線図。
- 【図2】図1の再帰反射器の正面図。
- 【図3】本発明の遅延路用高速長距離転換器の側面図。
- 【図4】図3の緊張バンドの斜視図。
- 【図5】図3の転換器の性能を示すグラフ。
- 【図6】ソレノイド転換器の側断面図。
- 【図7】自己相関器／走査器の光遅延路の線図。
- 【図8】本発明の別の実施例の側面図。

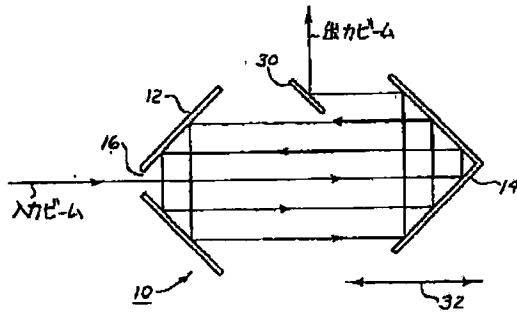
【符号の説明】

- 10 光遅延路
- 12 第一中空前面再帰反射器
- 14 第二中空前面再帰反射器
- 16 入射開口
- 30 射出鏡
- 40 スライド・レール
- 54 検流計出力軸
- 56 カム装置
- 58 外周面
- 60 緊張バンド装置
- 80 張力装置
- 90 転換装置
- 92 ソレノイド装置
- 94 可動コア装置
- 102 ばね装置
- 102' 直線ステージ
- 103 駆動輪
- 105 駆動ロッド
- 116 ビーム・スプリット
- 122 固定中空前面再帰反射器
- 130 固定再帰反射器
- 132 可動再帰反射器

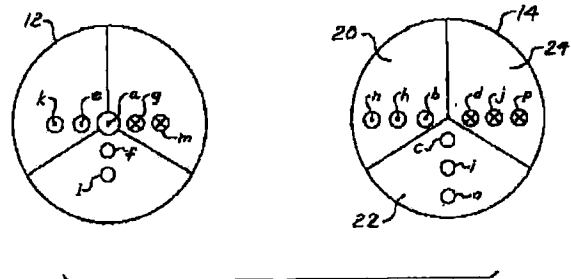
156 ダブリング結晶
158 基本周波数フィルタ

160 光検出器

【図1】

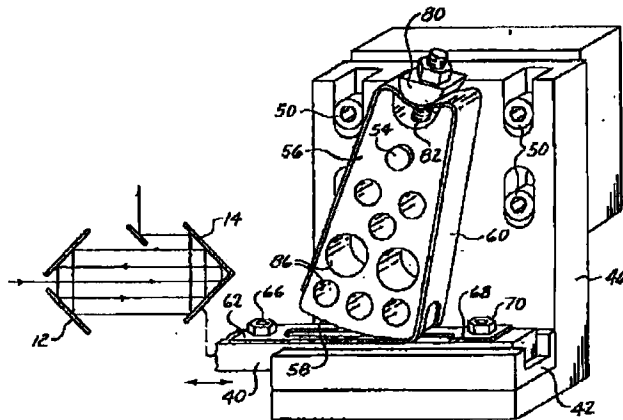


【図2】

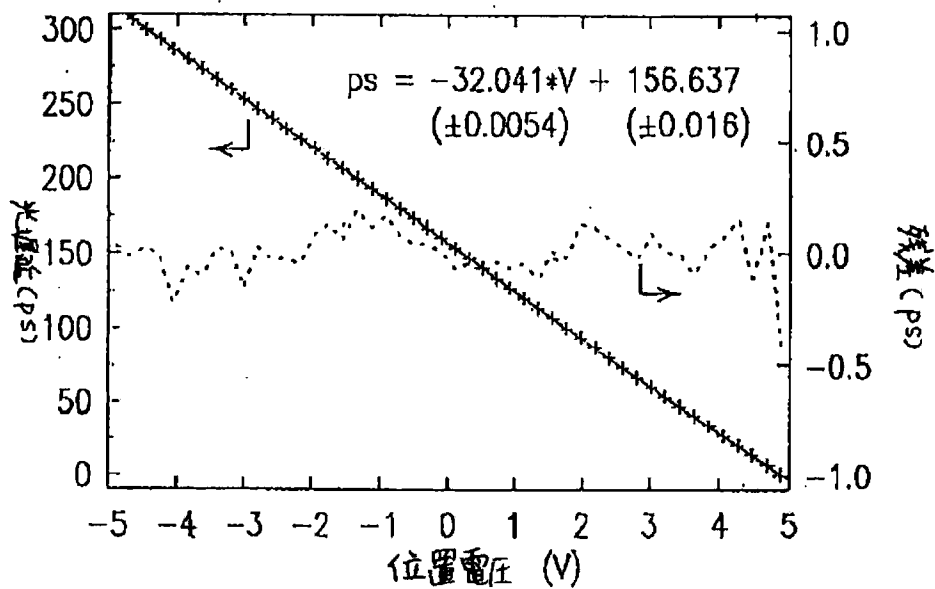


【図4】

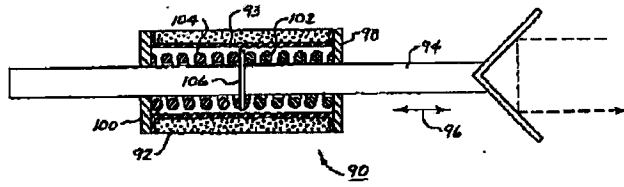
【図3】



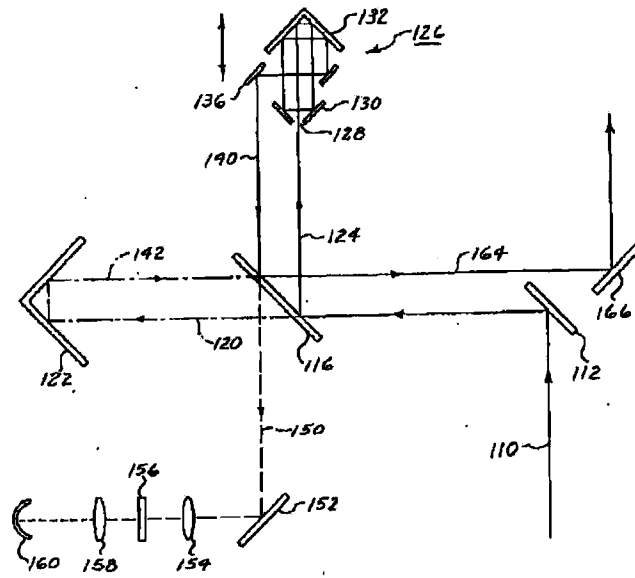
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

